

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2006/2007  
*Peperiksaan Semester Pertama*  
*Sidang Akademik 2006/2007*

Oktober/November 2006

## **EBB 220/3 - Engineering Polymer** ***EBB 220/3 - Polimer Kejuruteraan***

Time : 3 hours  
*Masa : 3 jam*

---

Please ensure that this paper consists of ELEVEN printed pages before you proceed with the examination.

This paper contains SEVEN questions.

Answer any FIVE questions. If a candidate answers more than five questions, only the first five answers will be examined and awarded marks.

Answer to any question must start on a new page.

All questions could be answered in Bahasa Malaysia or English.

*Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.*

*Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.*

*Jawab LIMA soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.*

*Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.*

*Semua soalan boleh dijawab samada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.*

1. [a] For polyethylene, draw a perspective of a molecule, indicating the zig-zag back-bone structure.

(10 marks)

- [b] Referring to a linear polymer, draw a schematic representation and explain the meaning of

- (i) backbone
- (ii) pendant group

(20 marks)

- [c] Provide and briefly discuss the three important general attributes that make polymers different from monomers or small molecules?

(30 marks)

- [d] Random coils and molecular entanglements are responsible for a number of important characteristics of polymers. Explain.

(20 marks)

- [e] Describe by citing example how does intermolecular forces contribute to the strength of polymer?

(20 marks)

1. [a] *Lukiskan perspektif suatu molekul polietilena yang menunjukkan struktur rantai tulang belakang "zig-zag".*

(10 markah)

- [b] *Merujuk kepada satu polietilena linear, lukiskan satu perwakilan skematik serta jelaskan apakah yang dikatakan dengan*

- (i) *Tulang belakang*
- (ii) *Kumpulan pendant/sisi*

(20 markah)

[c] *Berikan dan bincangkan secara ringkas tiga sifat umum yang penting yang membezakan polimer dengan monomer atau molekul kecil.*

(30 markah)

[d] *Gelungan rawak dan kekusutan molekul adalah bertanggungjawab untuk beberapa ciri mustahak sesuatu polimer. Jelaskan.*

(20 markah)

[e] *Beri gambaran dengan menggunakan contoh bagaimana daya antara molekul menyumbang kepada kekuatan suatu polimer.*

(20 markah)

2. [a] Give the definition

- (i) Number average molecular weight
- (ii) Weight average molecular weight
- (iii) Viscosity average molecular weight
- (iv) Polydispersity index

(20 marks)

[b] Draw a plot for

- (i) Conventional molecular weight distribution
- (ii) Renegade molecular weight distribution
- (iii) Thomsdoff effect molecular weight distribution

(20 marks)

[c] How does the magnitude of molecular weight affect various characteristic of polymers?

(30 marks)

- [d] Figure 1 shows a hypothetical polymer molecule size distribution for polypropylene.

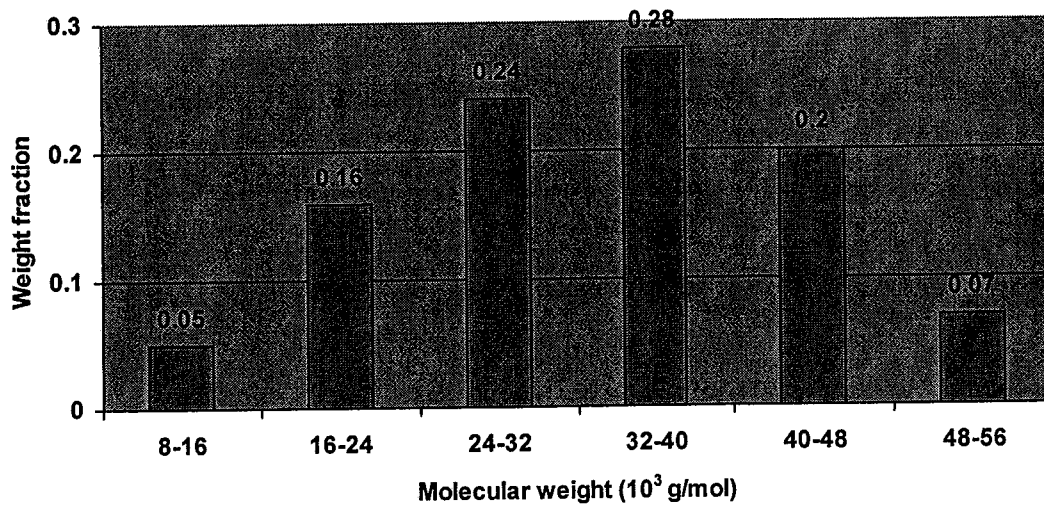


Figure 1: Hypothetical polymer molecule size distributions of polypropylene on the basis of weight fractions of molecules

Compute;

- (i) The weight average molecular weight
- (ii) The weight average degree of polymerization

(30 marks)

2. [a] Berikan definisi

- (i) Purata berat molekul nombor
- (ii) Purata berat molekul berat
- (iii) Purata berat molekul kelikatan
- (iv) Index 'polidispersity'

(20 markah)

[b] Lakarkan plot

- (i) Taburan berat molekul konvensional
- (ii) Taburan berat molekul 'renegade'
- (iii) Taburan berat molekul kesan Thormsdorf

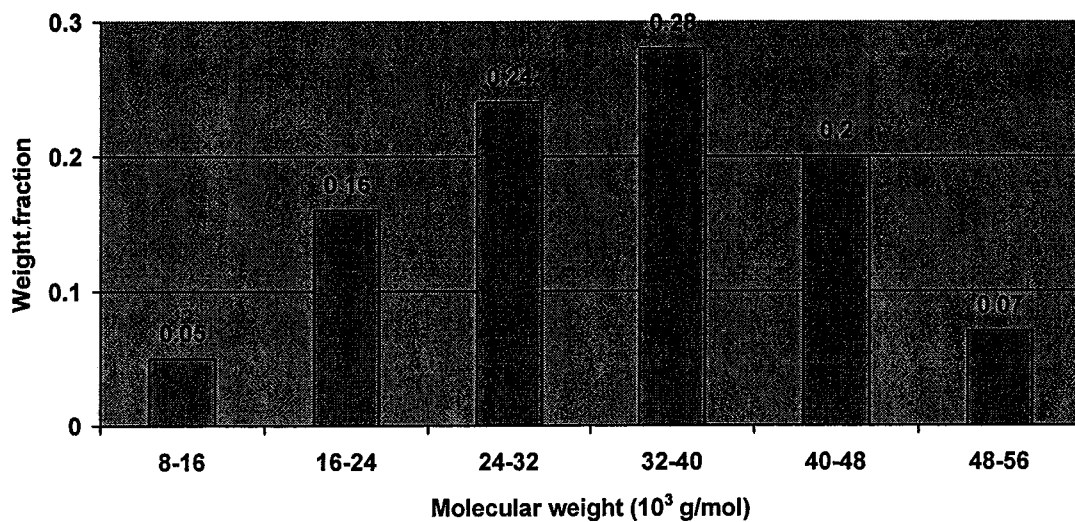
(20 markah)

...5/-

[c] Bagaimanakah magnitud suatu berat molekul memberi kesan kepada beberapa ciri-ciri suatu polimer.

(30 markah)

[d] Rajah di bawah menunjukkan hipotesis suatu taburan berat molekul untuk polipropilena.



**Rajah 1 : Taburan berat molekul polimer secara hipotetik berasaskan pecahan berat molekul**

*Kirakan*

- (i) Purata berat molekul berat
- (ii) Purata darjah pempolimeran berat

(30 markah)

3. [a] In your own words, describe the mechanisms by which semicrystalline polymers

- (i) Elastically deform
- (ii) Plastically deform

(30 marks)

[b] Briefly explain how each of the following influences the tensile or yield strength of a semicrystalline polymer.

- (i) Molecular weight
- (ii) Degree of crystallinity
- (ii) Deformation by drawing

(30 marks)

[c] The tensile strength and number average molecular weight for two poly(methyl methacrylate) materials are as follows;

Tensile strength (MPa)	Number Average Molecular Weight (g/mol)
44	30,000
107	40,000

Estimate the tensile strength at a number-average molecular weight of 60,000 g/mol.

(40 marks)

3. [a] Dengan perkataan anda, gambarkan mekanisme bagaimana polimer semi-habluran?.

(i) Berubah bentuk secara elastik

(ii) Berubah bentuk secara plastik

(30 markah)

[b] Jelaskan secara ringkas bagaimana setiap yang diberikan di bawah mempengaruhi kekuatan tensil atau alah suatu polimer separa hablur.

(i) Berat molekul

(ii) Darjah penghabluran

(iii) Perubahan bentuk melalui penarikan

(30 markah)

[c] Kekuatan tensil dan purata berat molekul nombor untuk dua bahan poli(metil metakrilat) adalah seperti berikut:

Kekuatan Tensil (MPa)	Purata berat molekul nombor (g/mol)
44	30,000
107	40,000

Anggarkan kekuatan tensil pada purata berat molekul nombor 60,000g/mol.

(40 markah)

4. [a] Draw and describe briefly
- (i) Fringed-micelle model of a semicrystalline polymer
  - (ii) Chain folded structure for a plate-shaped polymer crystallite
  - (iii) Schematic representation of the detailed structure of a spherulite

(25 marks)

- [b] Make comparisons of thermoplastic and thermosetting polymers on the basis of

- (i) Mechanical characteristic upon heating
- (ii) According to possible molecular structure

(25 marks)

- [c] There are a few types of failures in polymeric materials such as creep rupture, fatigue and impact. Based on your understanding, discuss two of this mechanical failures and how these failures can be described as brittle or ductile deformation.

(50 marks)

4. [a] *Lakarkan dan gambarkan secara ringkas*

- (i) *Model 'Fringed-Micelle' untuk suatu polimer semi hablur*
- (ii) *Struktur lipatan rantai untuk polimer semi hablur berbentuk 'plate'*
- (iii) *Perwakilan skematik dengan struktur yang terperinci suatu sferulit*

(25 markah)

- [b] *Bandingkan polimer termoplastik dan termoset berasaskan*

- (i) *Ciri-ciri mekanikal apabila dikenakan haba*
- (ii) *Mengikut struktur molekul yang mungkin*

(25 markah)

- [c] *Terdapat pelbagai jenis kegagalan bagi bahan polimer seperti kegagalan krip, fatig (rayapan) dan hentaman. Berdasarkan kefahaman anda, bincangkan dua daripada kegagalan mekanikal ini dan bagaimanakah kegagalan ini boleh menerangkan kelakuan kegagalan rapuh atau mulur.*

(50 markah)

...9/-



5. [a] Elastomer is a polymeric material that have been used to produce a variety of products. Give the processing flow chart to produce elastomeric products that have good tensile strength. Please give the definition of all processes involved and state the vulcanization system of your choice.

(70 marks)

- [b] A number of new polymers having unique and desirable combinations of properties have been developed including thermoplastic elastomer. Discuss the advantages of this polymer.

(30 marks)

5. [a] *Elastomer merupakan sejenis bahan polimer yang digunakan untuk menghasilkan pelbagai produk. Berikan carta alir pemprosesan bagi menghasilkan produk elastomer yang mempunyai kekuatan tensil yang baik. Sila berikan definisi ringkas proses-proses yang terlibat bagi menghasilkannya dan nyatakan sistem pemvulkanan yang dipilih.*

(70 markah)

- [b] *Terdapat beberapa polimer baru yang mempunyai sifat-sifat yang unik dan kombinasi sifat-sifat telah dihasilkan termasuk elastomer termoplastik. Bincangkan kelebihan polimer ini.*

(30 markah)

6. [a] There are a few models to describe the behaviour of polymer as visco-elastic materials. By using Voigt models, discuss how the visco-elastic behaviour can be predicted. What are the limiting factors of this model?

(50 marks)

- [b] Creep phenomenon is a common behaviour for visco-elastic polymer. Explain how creep data can be used to predict the polymer's life time by incorporating the related graphs?

(50 marks)

6. [a] Terdapat beberapa model yang digunakan untuk menggambarkan kelakuan polimer sebagai suatu bahan yang bersifat likat-kenyal. Dengan menggunakan Model Voigt, bincangkan bagaimana kelakuan likat-kenyal suatu bahan polimer boleh diramalkan. Apakah faktor penghad model ini?

(50 markah)

- [b] Fenomena krip/rayapan merupakan kelakuan umum bagi bahan polimer yang bersifat likat-kenyal. Jelaskan bagaimana data krip/rayapan dapat digunakan untuk menentukan jangka hayat sesuatu bahan polimer dengan melakarkan graf-graf berkaitan.

(50 markah)

7. [a] Polymer products can be produced using variety of polymer processing methods. Discuss the processing methods below:

- (i) Thermoforming
- (ii) Injection moulding

(60 marks)

- [b] A continuous and aligned glass fibre reinforced composite consists of 30% of glass fibres having a modulus of elasticity of 55 GPa and 70% of a polyester resin that displays a shear modulus of 4.5 GPa. With the information given, calculate:

- (i) Longitudinal modulus of composite
- (ii) Transverse modulus of composite

(40 marks)

7. [a] *Polimer boleh dihasilkan melalui pelbagai kaedah pemprosesan. Bincangkan kaedah-kaedah pemprosesan di bawah:*

- (i) *Pembentukan haba (thermoforming)*
- (ii) *Pengacuanan suntikan*

(60 markah)

- [b] *Suatu polimer komposit bergentian kaca secara berterusan dan tersusun mengandungi 30% gentian kaca dengan modulus keelastikan 55 GPa dan 70% resin poliester yang mempamerkan modulus ricih 4.5 GPa. Dengan maklumat yang diberi, kirakan*

- (i) *Modulus membujur komposit*
- (ii) *Modulus melintang komposit*

(40 markah)